



MARIPOSA

GUÍA DEL PROYECTO Y RESULTADOS



UNIVERSIDAD
DE ALMERÍA



cooperativas
agro-alimentarias
Andalucía Granada

Justificación del Proyecto

Los agrosistemas mediterráneos enfrentan en la actualidad desafíos estructurales que comprometen su viabilidad a medio y largo plazo. La escasez de recursos hídricos, el impacto del cambio climático y las crecientes exigencias medioambientales y comerciales están ejerciendo una fuerte presión sobre la agricultura de la región. Frente a este escenario, el Grupo Operativo MARIPOSA surge como una respuesta innovadora y comprometida para asegurar la sostenibilidad económica y ambiental de estos sistemas productivos.

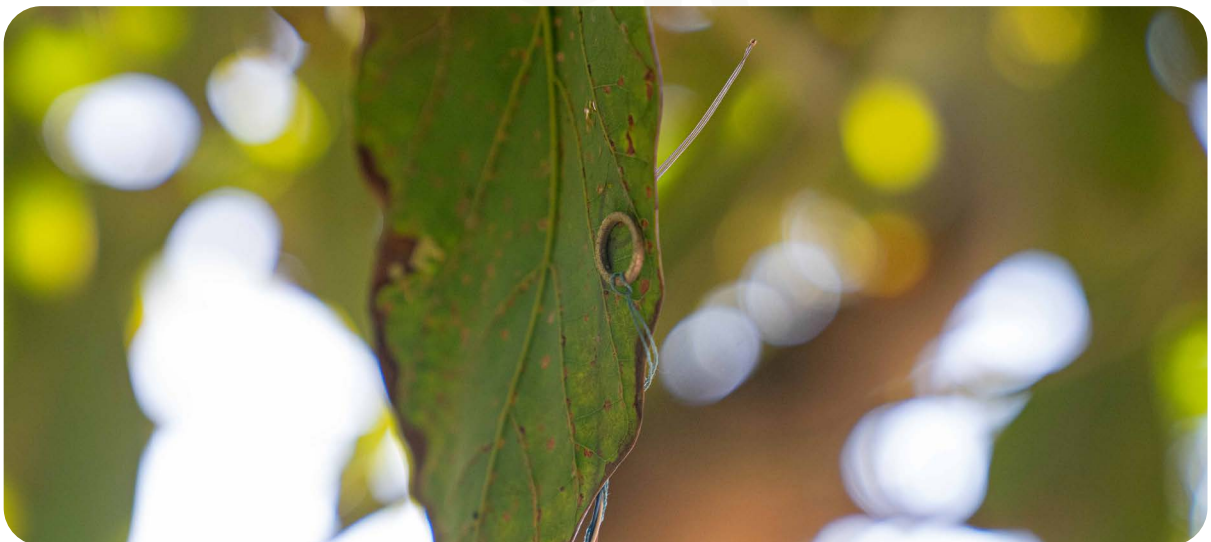
El proyecto se enmarca dentro de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) de la Agenda 2030, y apuesta por una transformación digital del sector agrario basada en la aplicación de Tecnologías de la Información y la Comunicación (TICs), Inteligencia Artificial (IA) e Internet de las Cosas (IoT). Esta transformación no solo pretende optimizar los recursos, sino también establecer mecanismos de evaluación y certificación de impacto ambiental que sean objetivos, transparentes y reconocidos por los agentes del sector.

Objetivos del Proyecto

El principal propósito del Grupo Operativo MARIPOSA ha sido desarrollar una plataforma tecnológica integral que permita calcular, evaluar y certificar de forma dinámica tanto la Huella Hídrica (HH) como la Huella de Carbono (HC) de los cultivos mediterráneos.

Para ello, se han planteado los siguientes objetivos específicos:

- Implementar un sistema normalizado y robusto de evaluación ambiental basado en estándares internacionales (UNE-ISO 14046:2016 para huella hídrica y UNE-EN ISO 14067:2019 para huella de carbono).
- Aplicar tecnologías digitales avanzadas que permitan la recolección y análisis de datos objetivos en tiempo real.
- Mejorar la eficiencia en el uso de agua y energía mediante la automatización de procesos de riego y el análisis comparativo de resultados (benchmarking).
- Facilitar la adaptación del sector agrícola a las futuras normativas medioambientales y exigencias del mercado, incorporando herramientas como Blockchain para garantizar la transparencia y trazabilidad del sistema.



Metodología y Desarrollo Tecnológico

Evaluación de la Huella Hídrica y de Carbono

La metodología adoptada para la evaluación de la Huella Hídrica se basa en la norma UNE-ISO 14046:2016, que considera el ciclo de vida completo del producto agrícola. En el caso de la Huella de Carbono, se han seguido las directrices del Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico (2021), del MAPAMA (2016), así como la norma UNE-EN ISO 14067:2019.

Estas evaluaciones no son estáticas, sino que requieren de herramientas de análisis dinámico que permitan recoger y procesar los datos en tiempo real para reflejar con precisión la eficiencia de cada explotación agrícola.

Plataforma Digital y Arquitectura del Sistema

La solución desarrollada por el GO MARIPOSA se articula en torno a una plataforma digital integral, accesible vía web, que permite a los gestores monitorizar, gestionar, analizar y validar la información generada por las explotaciones agrícolas. Esta plataforma se sustenta sobre una arquitectura moderna que incluye:

- Una API RESTful conforme a los estándares OpenAPI 3.0 (Swagger), que permite la interoperabilidad con otros sistemas y garantiza la escalabilidad y trazabilidad.
- Una base de datos relacional centralizada, en la que se almacenan y gestionan los datos recolectados.
- Aplicaciones específicas de cálculo para determinar necesidades hídricas, programación de riego y evaluación de huellas, además de herramientas de análisis estadístico.

Integración de Inteligencia Artificial y Sensórica

Uno de los pilares del sistema es el uso de algoritmos basados en Inteligencia Artificial que permiten analizar los datos recopilados, identificar patrones y generar recomendaciones personalizadas para cada finca. Esta capacidad analítica se ve reforzada por el uso de una red de sensores distribuidos que recopilan información climática, edáfica y fisiológica de las plantas. Entre los dispositivos utilizados se encuentran:

- Sensores climáticos como piranómetros, estaciones meteorológicas, anemómetros, pluviómetros, sensores de presión y humedad.
- Sensores de suelo, incluyendo sondas de humedad (Aquacheck, Teros 12) y sensores de potencial hídrico (Teros 21).
- Sensores en planta, como dendrómetros y sensores de temperatura foliar.

Estos dispositivos están conectados mediante tecnologías inalámbricas como Lo-RaWAN, lo que facilita la transmisión de datos en tiempo real desde zonas agrícolas dispersas.



Dashboards y Visualización

Se han desarrollado distintos paneles de control o dashboards que permiten visualizar, de forma sencilla e intuitiva, toda la información relevante:

- Estado general de la finca.
- Datos de sensores de planta, suelo y clima.
- Indicadores de manejo del riego.
- Evolución de los valores de huella hídrica y de carbono.

Estos cuadros de mando ofrecen una herramienta de apoyo a la toma de decisiones que mejora el manejo agronómico y ambiental de las explotaciones.

Integración de Datos Externos

El sistema se complementa con la integración de redes agrometeorológicas externas como la Red de Estaciones Agroclimáticas de la Junta de Andalucía (RIA) o la AEMET, así como servicios de predicción meteorológica (TuTiempo, AEMET). También se utilizan imágenes multiespectrales procedentes de sensores remotos para ampliar la capacidad de diagnóstico.

Fincas Piloto y Validación

El desarrollo y validación del sistema se ha realizado en un conjunto de fincas piloto representativas del litoral andaluz:

- Finca multitúnel (Motril, Granada): cultivo hortícola en invernadero.
- Finca Las Angustias (Motril, Granada): cultivo de aguacate.
- Finca Retamar (Costa de Almería): cultivo hortícola en invernadero.
- Finca Convoy (Pulpí, Almería): cultivo de lechuga al aire libre.

Esta selección ha permitido comprobar el funcionamiento del sistema en distintos cultivos, condiciones edafoclimáticas y modelos productivos, lo que garantiza la robustez y flexibilidad de la herramienta.



Transferencia y Difusión

- La comunicación de resultados y transferencia de conocimientos ha sido una prioridad del Grupo Operativo. Para ello se han llevado a cabo diversas acciones:
- Creación de una página web del proyecto: <https://go-mariposa.com>.
- Gestión activa de redes sociales (Facebook e Instagram).
- Organización de cursos tanto presenciales como online.
- Actividades de asesoramiento técnico a través del Grupo La Caña.
- Realización de jornadas divulgativas, materiales específicos y difusión en medios de comunicación (radio y televisión).

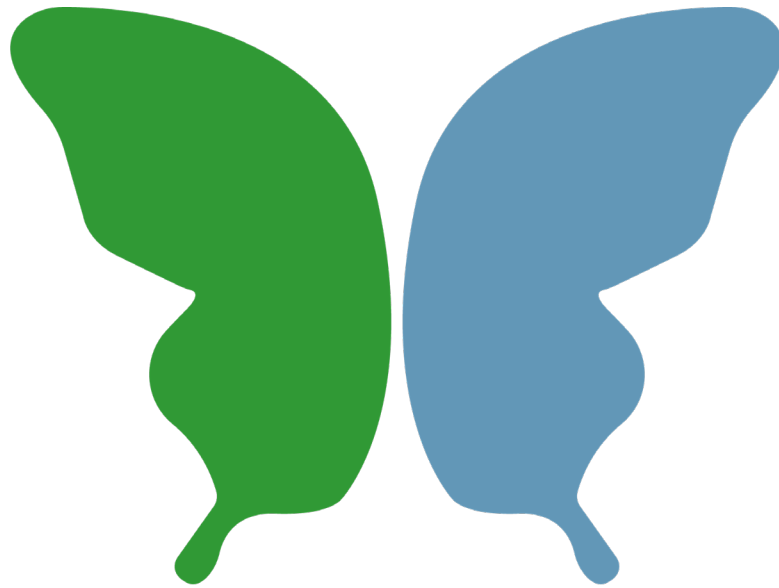
Estas acciones han permitido acercar los resultados del proyecto al sector productor, técnico y académico, facilitando su replicabilidad.

Conclusiones

El proyecto MARIPOSA ha demostrado la viabilidad técnica y operativa de una herramienta integral para la evaluación ambiental de explotaciones agrícolas basada en datos objetivos y en el uso de tecnologías de última generación. La plataforma desarrollada permite calcular con precisión la Huella Hídrica y la Huella de Carbono, optimizar los recursos naturales, facilitar la certificación ambiental y mejorar la competitividad de las fincas.

Además, el enfoque multidisciplinar y colaborativo ha permitido sentar las bases para una agricultura mediterránea más resiliente, eficiente y respetuosa con el medio ambiente.





MARIPOSA

